

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Off nlegungsschrift  
10 DE 199 15 307 A 1

51 Int. Cl.7:  
F 04 D 19/04

21 Aktenzeichen: 199 15 307.8  
22 Anmeldetag: 3. 4. 1999  
43 Offenlegungstag: 5. 10. 2000

DE 199 15 307 A 1

71 Anmelder:  
Leybold Vakuum GmbH, 50968 Köln, DE  
74 Vertreter:  
Leineweber, J., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 50859 Köln

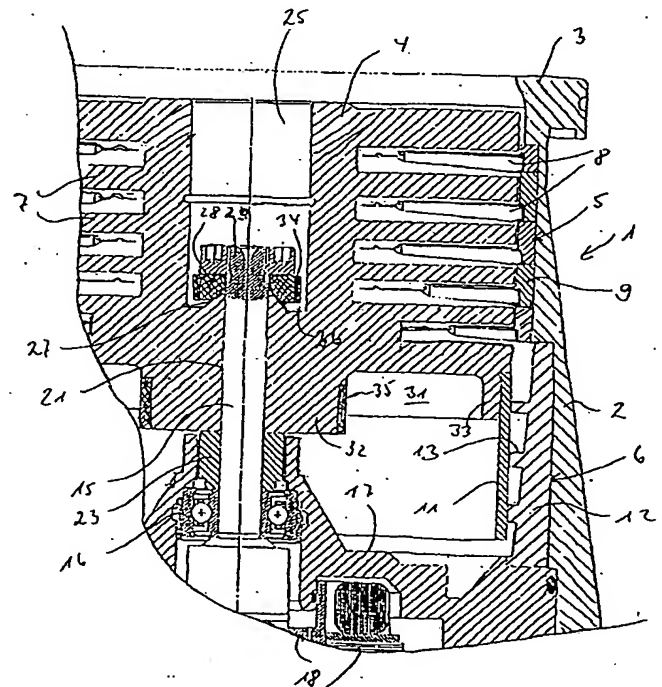
72 Erfinder:  
Schütz, Günter, 50679 Köln, DE; Beyer, Christian,  
Dr., 50765 Köln, DE; Adamietz, Ralf, 42929  
Wermelskirchen, DE; Haas, Dieter, 63486  
Bruchköbel, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
DE 39 19 529 C2  
DE 297 17 079 U1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Reibungsvakuumpumpe mit aus Welle und Rotor bestehender Rotoreinheit

57 Die Erfindung betrifft eine Reibungsvakuumpumpe (1), insbesondere Turbomolekularvakuumpumpe, mit einem Gehäuse (2), mit einer sich im Gehäuse (2) über Lager (16) abstützenden Welle (15) und mit einem Rotor (4), der eine zentrale Bohrung (21) aufweist und im Bereich dieser Bohrung (21) auf der Welle (15) gehalten ist; um die Gefahr von Lockerungen der Fügestelle zwischen Rotor und Welle zu reduzieren, wird vorgeschlagen, dass im Bereich mindestens einer der beiden Stirnseiten des Rotors (4) eine die Fügestelle zwischen Rotor (4) und Welle (15) umgebende Ringnut (26, 31) vorhanden ist.



DE 199 15 307 A 1

Die Erfindung betrifft eine Reibungsvakuumpumpe mit einem Gehäuse, mit einer sich im Gehäuse über Lager abstützenden Welle und mit einem Rotor, der eine zentrale Bohrung aufweist und im Bereich dieser Bohrung auf der Welle gehalten ist.

Reibungsvakuumpumpen, insbesondere Turbomolekularvakuumpumpen, werden mit sehr hohen Drehzahlen (bis zu 100000 Umdrehungen p/min) betrieben. Dieser Betrieb setzt ein extrem genaues Auswuchten der aus Welle und Rotor bestehenden Rotoreinheit voraus. Trotz aufwendiger Wuchtvorgänge wurden dennoch immer wieder Vibrationen (Schwingbeschleunigungen) beobachtet, die nach kürzerer oder längerer Betriebszeit auftraten und deren Ursache zunächst unbekannt war.

Die Erfinder hatten sich das Ziel gesetzt, diese störenden Vibrationserscheinungen zu reduzieren. Durch die in den Patentansprüchen angegebenen Massnahmen haben sie dieses Ziel erreicht.

Die angegebenen Lösungen beruhen auf der Erkenntnis, daß die Fügestelle zwischen Rotor und Welle häufig eine Quelle von Verschiebungen und damit der beobachteten Vibrationserscheinungen ist. In diesem Bereich können während des Betriebs einer Reibungsvakuumpumpe der hier betroffenen Art aus zwei Gründen Lockerungen auftreten. Einer der Gründe liegt darin, daß sich die auftretenden Zentrifugalkräfte auch im Bereich der Fügestelle auswirken. Eine weitere Ursache für Lockerungen im Bereich der Fügestelle beruht darauf, daß das Rotormaterial üblicherweise aus Aluminium, die Welle üblicherweise aus Stahl (mit gegenüber Aluminium kleinerem Ausdehnungskoeffizienten) besteht. Bei Temperaturerhöhungen kann die Welle den Temperaturbewegungen des Rotors nicht folgen. In beiden Fällen kommt es zu – wenn auch extrem kleinen – Spaltbildungen zwischen Welle und Rotor, die sich in Form von Unwuchten auswirken. Üblicherweise überlagern sich die beschriebenen Phänomene. Durch eine engere Passung könnten die beschriebenen Auswirkungen reduziert werden. Die Wahl ausreichend enger Passungen ist aber nicht möglich, da die Passung zwischen Rotor und Welle radial nicht so fest sein darf, dass eine Montage nicht möglich ist, bzw. die benötigten Axialkräfte zur Verspannung der Einheit durch Reibung aufgezehrt werden.

Durch die in den Patentansprüchen vorgeschlagenen Maßnahmen werden die beschriebenen nachteiligen Auswirkungen beseitigt. Deformationen des Rotors im Bereich der Welle – sei es aufgrund der Auswirkung von Zentrifugalkräften oder aufgrund von Temperaturbewegungen – können weitestgehend vermieden werden. Dieses hat in der Regel eine maßgebliche Reduzierung der beobachteten Vibrationserscheinungen, häufig sogar deren völlige Beseitigung, zur Folge.

Durch eine Ringnut zumindest im Bereich einer der beiden Stirnseiten des Rotors wird erreicht, dass sich die auftretenden Zentrifugalkräfte, die im Bereich der Peripherie des Rotors hohe Werte haben, zumindest im Bereich desjenigen Rotorabschnittes nicht auswirken, der die erfindungsgemäße Ringnut nach innen begrenzt. Zu Lockerungen der Fügestelle führenden Deformationen werden zumindest in diesem Bereich weitgehend verhindert. Ist dieser Bereich ausserdem noch mit einem Armierungsring ausgerüstet, dann ist die Gefahr der Lockerung der Fügestelle auch aus thermischen Gründen beseitigt. Vorzugsweise hat der Werkstoff, aus dem der Armierungsring besteht, einen relativ kleinen thermischen Ausdehnungskoeffizienten.

Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung sollen anhand von in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungs-

beispielen erläutert werden.

Die Figuren zeigen einen Teilschnitt durch eine einflutige Turbomolekularvakuumpumpe 1 mit einem Gehäuse 2, einem stirnseitigen Einlassflansch 3, einem Rotor 4 und einem Stator 5, 6. Bei den dargestellten Ausführungsbeispielen handelt es sich jeweils um eine Compound-Turbomolekularvakuumpumpe. Einlasseitig bestehen die pumpaktiven Elemente aus ineinander greifenden Rotorscheaufeln 7 und Statorschaufeln 8. Der Halterung und Zentrierung der Statorschaufeln 8 dienen Statorringe 9, die den einlasseitigen Statorabschnitt 5 bilden. Vorvakuumseitig ist ein Holweck-Pumpenabschnitt vorgesehen, der von einem rotierenden Zylinderabschnitt 11 und einem festen Zylinderabschnitt 12 mit einem Gewinde 13 gebildet wird. Der Zylinderabschnitt 12 bildet den statorseitigen Rotorabschnitt 6.

Der Rotor 4 ist auf einer Welle 15 gehalten. Die Welle 15 stützt sich über Lager 16 (nur eines ist dargestellt) im Lagergehäuse 17 ab, in welchem sich auch der Antriebsmotor 18 befindet. Zur Befestigung des Rotors 4 auf der Welle 15 ist dieser mit einer zentralen Bohrung 21 versehen, die vom freien Ende der Welle 15 durchsetzt ist. Vorvakuumseitig stützt sich der Rotor 4 auf einer Hülse 23 ab, die ihrerseits dem Innenring des Lagers 16 aufliegt. Hochvakuumseitig ist der Rotor 4 mit einer zentralen Vertiefung 25 ausgerüstet, in die das freie Ende der Welle 15 hineinragt. Im Bereich der Vertiefung ist der Rotor 4 mit einem konischen Abschnitt 27 ausgerüstet, der die Welle 15 umgibt und der derart ausgebildet ist, dass sich der konische Abschnitt in Richtung Hochvakuumseite verjüngt. Diesem konischen Abschnitt liegt ein Druckstück 28 auf, dessen Innenseite ebenfalls konisch gestaltet ist, und zwar derart, dass es dem konisch gestalteten Abschnitt 27 des Rotors 4 im wesentlichen vollflächig aufliegt. Der Befestigung des Rotors 4 auf der Welle 15 dient eine auf das freie Ende der Welle 15 aufgeschraubte Mutter 29, die das Druckstück 28 auf den konischen Abschnitt des Rotors 4 aufpresst.

Eine der Maßnahmen, bei hohen Drehzahlen Lockerungen der Fügestelle zwischen Rotor 4 und Welle 15 zu verhindern, ist eine in der unteren Stirnseite des Rotors 4 eingelassene Nut 31, die von einem inneren Rotorabschnitt 32 und einem äußeren Rotorabschnitt 33 begrenzt ist. Beim dargestellten Ausführungsbeispiel dient der äußere Rotorabschnitt als Träger des Zylinderabschnittes 11 der Holweck-Pumpe. Auch die zentrale Vertiefung 25 in der hochvakuumseitigen Stirnseite des Rotors 4 hat im Bereich ihres Bodens die Form einer Ringnut 26, bei der der innere Rotorabschnitt konisch ausgebildet ist und der äußere Rotorabschnitt die Rotorscheaufeln 7 trägt.

Die beschriebenen Ringnuten in den Stirnseiten des Rotors 4 haben die Wirkung, dass sie die Fügestelle zwischen Rotor 4 und Welle 15 zumindest im Bereich der inneren Rotorabschnitte 27, 32 von Zentrifugalkräften entlasten, d. h., dass die auftretenden Fliehkräfte in diesen Bereichen keine Spaltbildungen und damit Lockerungen bewirken.

Zweckmäßig ist es, den inneren Rotorabschnitten 27, 32 weiterhin Armierungsringe 34, 35 aus einem Werkstoff mit hoher Festigkeit und geringer thermischer Dehnung zuzuordnen, insbesondere dann, wenn die Welle 15 aus Stahl und der Rotor 4 aus Aluminium besteht. Dadurch können Spaltbildungen im Bereich der Fügestelle vermieden werden, die nicht nur wegen der auftretenden Fliehkräfte sondern auch wegen der unterschiedlichen Ausdehnungskoeffizienten von Stahl und Aluminium entstehen können. Als Werkstoff für die Armierungsringe kommt zweckmäßig CFK (Kohle- oder Glasfaser-Verbundstoffe) in Frage.

Das Druckstück 28 besteht zweckmäßig aus Stahl. Spaltbildungen zwischen der Welle 15 und dem Rotorabschnitt 27 werden dadurch ebenfalls vermieden.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 2 umfasst der innere Abschnitt der Ringnut 26 nicht nur den konischen Abschnitt 27 sondern auch noch einen zylindrischen Abschnitt 37. Auch dieser Abschnitt ist mit einem Armierungsrings 38 ausgerüstet, um eine spaltfreie Fügestelle zwischen Welle 15 und Rotor 4 sicherzustellen.

#### Patentansprüche

1. Reibungsvakuumpumpe (1), insbesondere Turbomolekularvakuum- 10pumpe, mit einem Gehäuse (2), mit einer sich im Gehäuse (2) über Lager (16) abstützenden Welle (15) und mit einem Rotor (4), der eine zentrale Bohrung (21) aufweist und im Bereich dieser Bohrung (21) auf der Welle (15) gehalten ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass im Bereich mindestens einer der beiden 15 Stirnseiten des Rotors (4) eine die Fügestelle zwischen Rotor (4) und Welle (15) umgebende Ringnut (26, 31) vorhanden ist.
2. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringnut (26, 31) seitlich von 20 einem inneren (27, 32) und einem äußeren Rotorabschnitt (33) begrenzt ist und dass dem inneren Rotorabschnitt (27, 32, 37) ein Armierungsrings (34, 35, 38) aus einem Werkstoff mit hoher Festigkeit und geringer thermischer Dehnung zugeordnet ist. 25
3. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Armierungsrings (35, 38) einen zylindrischen Rotorabschnitt (32, 37) umgibt.
4. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Armierungsrings (34) einem 30 Druckstück (28) zugeordnet ist, das einen Rotorabschnitt (27) umfasst.
5. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Auflageflächen von Druckstück (28) und zugehörigem Rotorabschnitt (27) konisch gestaltet sind. 35
6. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass sich der konische Rotorabschnitt (27) innerhalb einer hochvakuumseitigen Vertiefung (25) befindet und mit einem äußeren Rotorabschnitt 40 eine Ringnut (26) bildet.
7. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Welle (15) in die Vertiefung (25) hineinragt und mit einem Gewinde ausgerüstet ist, und dass eine Mutter (29) dem Aufpressen des Druckstückes (28) auf den Rotorabschnitt (27) dient. 45
8. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 5, 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass der innere Rotorabschnitt der Ringnut mit (26) den konischen Abschnitt (27) für das Druckstück (28) und einen weiteren zylindrischen Abschnitt (37) umfasst. 50
9. Reibungsvakuumpumpe nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, dass sowohl dem Druckstück (28) als auch dem zylindrischen Abschnitt (37) je ein Armierungsrings (34 bzw. 38) zugeordnet ist. 55
10. Reibungsvakuumpumpe nach den vorhergehenden Ansprüchen, dadurch gekennzeichnet, dass der Rotor (4) aus Aluminium, Welle (15), Druckstück (28) und Mutter (29) aus Stahl und die Armierungsrings (34, 35) aus CFK bestehen. 60

---

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -

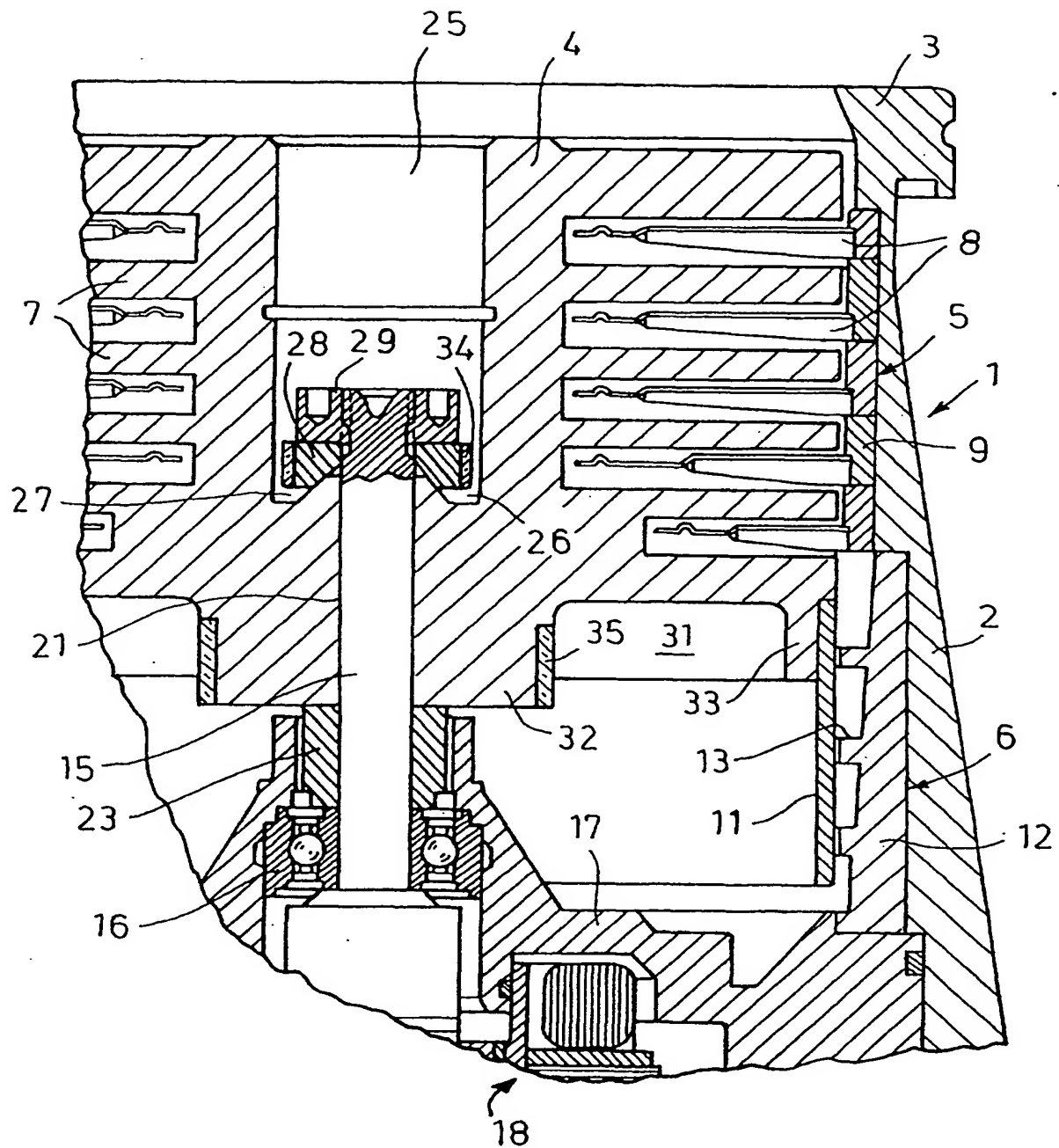


FIG.1

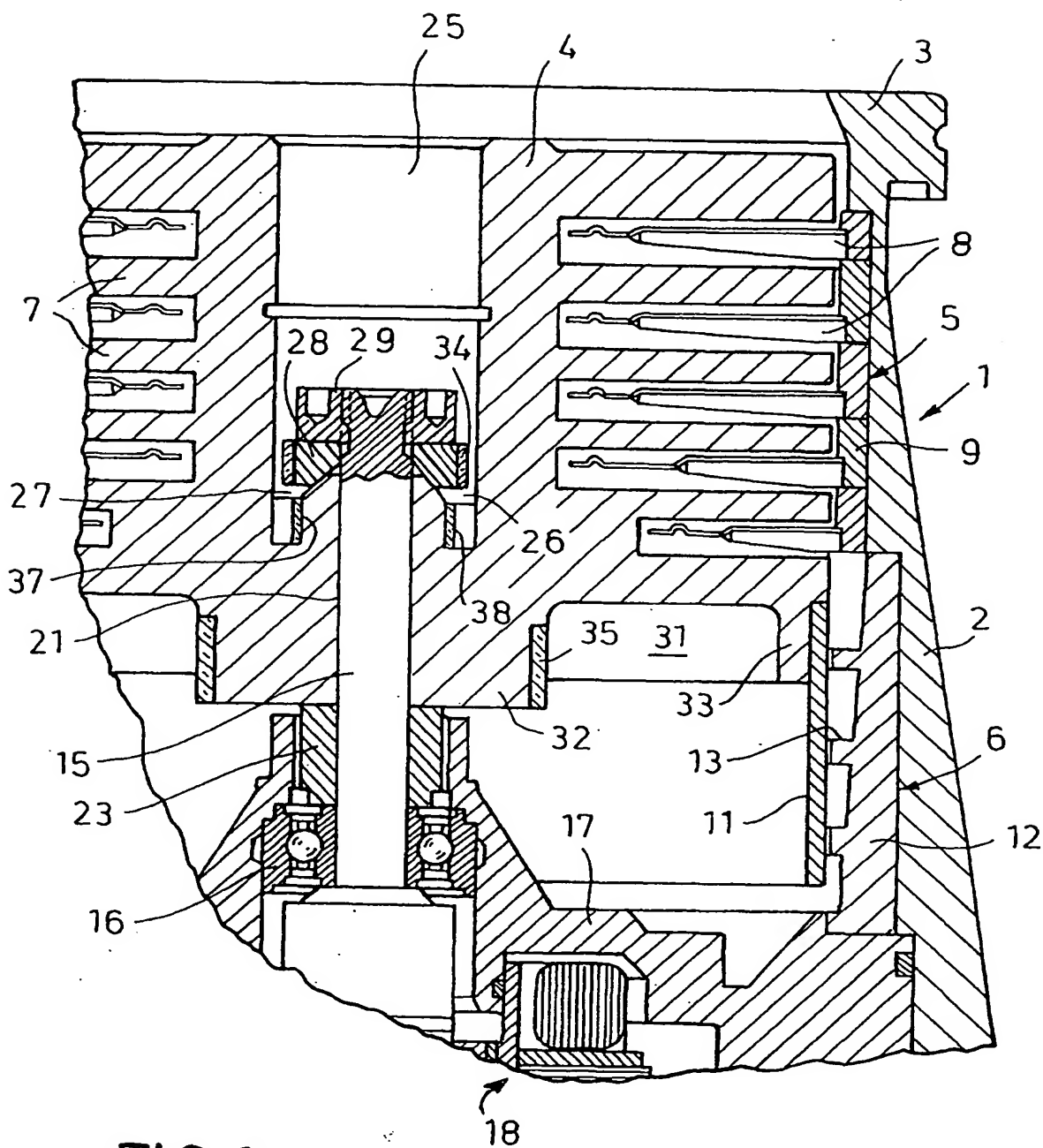


FIG. 2